**ФОРМИРОВАНИЕ СМЕШАННЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ ЛЮЦЕРНЫ И КОСТРЕЦА
В ПЕРВЫЙ ГОД ЖИЗНИ**

О. А. Тимошкин, доктор с.-х. наук, С. А. Сёмина, доктор с.-х. наук, профессор;
О. Ю. Тимошкина, кандидат с.-х. наук, С. А. Алексеев*, аспирант*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр лубяных культур», Россия, Пензенская область,
р. п. Лунино, e-mail: oatimoshkin@mail.ru;

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Пензенский государственный аграрный университет», Россия

Исследования проводили на опытном поле Пензенского ИСХ – филиале ФГБНУ ФНЦ ЛК в 2017-2019 годах. Цель исследований – теоретически обосновать и разработать технологические приемы возделывания люцерны изменчивой сорт Дарья и костреца безостого сорт Удалец на кормовые цели в смешанных посевах, базирующихся на подборе норм высева и фона минерального питания, обеспечивающих максимальную продуктивность агрофитоценозов в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Посев – летний (июнь), беспокровный. Норма высева в чистом виде: люцерны и костреца по 6 млн. всх. семян на 1 га, в смешанных посевах – согласно схемы опыта. Способ посева – рядовой (размещение культур – черезрядное). Показано, что увеличение нормы высева с 40 до 100 % как люцерны, так и костреца способствует лучшей всхожести семян. Так, всхожесть семян люцерны при высеве 40 % от полной нормы составила 45,3 %, при высеве 70 % – 50,9 %, при высеве 100 % от нормы высева – 53,9 %. У костреца безостого показатели всхожести в среднем за три года составили от 30,0 до 36,6 %. Анализ влияния фона минерального питания показал, что внесение минеральных удобрений в годы с недостатком осадков оказало негативное влияние на показатель всхожести семян изучаемых культур. Изучение сохранности растений в зависимости от нормы высева компонентов показало, что с увеличением нормы высева с 40 до 100 % сохранность люцерны снижается с 62,8 % до 50,1 %, костреца безостого – с 37,5 % до 22,3 %. Улучшение фона минерального питания также приводило к снижению сохранности растений: люцерны с 62,7 % в контроле до 59,4-56,9 % при внесении фосфорно-калийных и азотно-фосфорно-калийных удобрений, костреца безостого – с 36,6 до 32,9-28,9 %. Высота растений люцерны варьировала от 35 до 48 см, чем выше норма высева семян, тем более высокий травостой формируется растениями люцерны. Высота растений костреца также зависела от нормы высева и внесения минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{60}K_{90}$. Урожайность зеленой массы люцерны варьировала от 3,3-3,9 т/га при высеве 40 %, до 4,2-5,1 т/га при высеве 55 %, 5,2-6,3 т/га при высеве 70 % и 6,2-7,8 т/га при высеве 100 %. Внесение $P_{60}K_{90}$ приводило к получению существенных прибавок урожайности люцерны по сравнению с контрольным вариантом, в то же время различия между вариантами с внесением $P_{60}K_{90}$ и $N_{45}P_{60}K_{90}$ были незначительными.

Ключевые слова: люцерна, кострец безостый, смешанный посев, возделывание, формирование агроценоза.

Введение

Повышение продуктивности животноводства, его стабильное развитие неразрывно связано с организацией сбалансированного кормления и ликвидацией дефицита энергии, сырого протеина и других питательных веществ. Одно из ведущих мест в кормовой базе занимают многолетние травы, которые являются наиболее дешевым сырьем в кормопроизводстве. Многолетние злаковые травы даже при внесении N_{60} под укос уступали бобовым по содержанию обменной энергии и сырого протеина. Из них

получается высокопитательное сено при уборке в ранние фазы вегетации [1-3, 8, 10].

В настоящее время все большее внимание исследователей и практиков привлекает возможность использования смешанных (многовидовых) агрофитоценозов, в основу конструирования которых положен принцип комплементарности, т. е. способности разных видов избегать агрессивной конкуренции или же, как бобово-злаковые смеси, дополнять друг друга. Такие взаимоотношения в смешанных посевах могут быть обусловлены расположением

ем корневых систем в разных слоях почвы, различной устойчивостью растений к абиотическим и биотическим стрессорам, неодинаковым их габитусом (характером и степенью облиственности, расположением побегов, листьев) и фенологией, в том числе сроками наступления «критических» периодов онтогенеза и др. Тип взаимодействия каждой группы видов изменяется в зависимости от условий внешней среды, технологии возделывания и других факторов.

Основная цель создания смешанных агрофитоценозов – управление урожаем, его качеством и устойчивостью. Особенно актуальным является введение в травосмеси люцерны, которая отличается экологической пластичностью, долголетием, высокой урожайностью и рядом ценных свойств. Люцерно-злаковые травосмеси, как правило, превосходят одновидовые посевы по общей урожайности, обеспечивают сравнительно равномерный выход корма по циклам и годам пользования, отличаются повышенным качеством корма, лучшей поедаемостью при пастбищном использовании, большей технологичностью при заготовке объемистых кормов, повышенной зимостойкостью, устойчивостью к стрессовым факторам, болезням, вредителям, меньше засоряются разнотравьем [6, 9, 11].

Введение люцерны во многовидовые агрофитоценозы существенно снижает их потребность в азоте, повышает кормовую ценность, улучшает почвенное плодородие и обеспечивает устойчивую продуктивность и природоохранность. Люцерна, скошенная в фазу бутонизации, содержит протеина на 10 % больше, чем в фазу цветения [4, 5].

В мировом травосеянии из бобовых трав наибольшие площади для укосного использования отведены под люцерну [13]. Ряд зарубежных и отечественных исследователей отмечают важное преимущество бобовых при возделывании в травосмесях, связанное с их способностью к симбиотической фиксации азота [14, 15].

Показано, что даже в тех случаях, когда смешанные посевы по сравнению с одновидовыми агроценозами менее урожайны, они оказываются все же экологически более устойчивыми и более эффективными с точки зрения использования солнечной энергии, т. е. обеспечивают большую энергетическую эффективность и экологическую надежность функционирования агроэкосистем.

Цель исследований – теоретически обосновать и разработать технологические приемы возделывания на кормовые цели люцерны изменчивой и костреца безостого

в смешанных посевах, базирующихся на подборе норм высева и фоне минерального питания, обеспечивающих максимальную продуктивность агрофитоценозов в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

В задачи исследований входило изучение особенностей роста и развития люцерны изменчивой и костреца безостого в чистом виде и смешанных посевах в первый год жизни.

Методы и материалы

Экспериментальная работа по изучению влияния норм высева и фона минерального питания на кормовые цели в технологии возделывания люцерны и костреца безостого в смешанных посевах проводилась на опытном поле лаборатории агротехнологий Пензенского ИСХ – филиале ФГБНУ ФНЦ ЛК. Научные исследования выполнялись в двухфакторном полевом опыте:

Схема опыта:

Фактор А – норма высева люцерны и костреца в чистых и смешанных посевах (% от нормы высева в чистом виде):

1. 100 %; 2. 70 + 40 %; 3. 55 + 55 %; 4. 40 + 70 %

Фактор В – фон минерального питания:

1. Контроль; 2. $P_{60}K_{60}$; 3. $N_{45}P_{60}K_{60}$

Площадь делянки второго порядка 15 м², первого порядка – 45 м², повторность трехкратная. Норма высева в чистом виде: люцерны и костреца безостого – 6 млн. всх. семян на 1 га, в смешанных посевах – согласно схемы опыта. Способ посева – рядовой (размещение культур – черезрядное). Посев питомников – летний (июнь), беспокровный.

В исследованиях использовались следующие сорта культур: люцерна изменчивая Дарья (внесена в Госреестр по 4, 5, 7 регионам РФ), кострец безостый Удалец (находится на госиспытании).

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднемощный, среднесуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 6,2-6,3 %, $pH_{сол}$ – 5,4-5,5, высокое содержание легкогидролизуемого азота – 82-91 мг/кг, повышенное содержание подвижного фосфора – 156-162, обменного калия – 132-138 мг на один кг почвы.

Закладку полевых опытов, сопутствующие наблюдения, учёты проводили в соответствии с Методикой проведения исследований с кормовыми культурами [7].

Результаты

Посев опытных делянок в 2017 г. был проведен 14 июня. Всходы получили 23 июня (люцерна), 26 июня (кострец). Погодные условия достаточно благоприятно складывались в период роста и развития куль-

Таблица 1

Формирование агроценоза люцерны и костреца в чистом виде и в смешанном посеве в первый год жизни (в среднем за 2017-2019 гг.)

Норма высева – Фактор А	Фон питания – Фактор В	Взошло, шт./м ²		Всхожесть, %		Сохранилось, шт./м ²		Сохранность, %	
		Люцерна	Кострец	Люцерна	Кострец	Люцерна	Кострец	Люцерна	Кострец
70 + 40 %	Контроль	227	78	54,0	32,6	138	33	60,0	41,6
	P ₆₀ K ₉₀	209	71	49,8	29,4	119	26	56,3	36,7
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	206	67	49,0	28,1	113	23	54,1	34,1
55 + 55 %	Контроль	170	116	51,4	35,3	107	42	62,5	35,4
	P ₆₀ K ₉₀	158	108	47,9	32,6	94	35	58,9	32,1
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	154	103	46,8	31,3	88	30	56,5	28,4
40 + 70 %	Контроль	115	157	47,8	37,5	76	52	65,5	32,8
	P ₆₀ K ₉₀	108	147	44,9	35,1	69	45	62,9	29,9
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	104	142	43,2	33,8	63	35	59,9	24,2
100 %	Контроль	337	232	56,2	38,7	183	61	53,5	26,2
	P ₆₀ K ₉₀	321	216	53,5	36,0	162	47	49,7	21,5
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	312	210	51,9	35,1	149	41	47,1	19,4

тур. Гидротермический коэффициент (ГТК) за июль составил 1,4 ед., август – 0,6 ед., за период от всходов до первой декады сентября – 1,1 ед. Ко второй декаде августа отмечено начало цветения растений люцерны и выметывание отдельных растений костреца безостого. На дату 15 сентября растения люцерны находились в фазе зеленых бобов, кострец – от выхода в трубку до колошения. Высота растений люцерны колебалась от 50 до 65 см (в зависимости от варианта), костреца – 35-54 см.

Посев опытных делянок в 2018 г. был проведен 19 июня. Всходы получили 25 июля (люцерна), 28 июля (кострец). Погодные условия неблагоприятно складывались в период роста и развития культур (ГТК июня – 0,15, июля – 0,47, августа – 0,19). На дату 15 сентября растения люцерны находились в фазе стеблевания, кострец – в фазе кущения-трубкования. Высота растений люцерны колебалась от 25 до 34 см, костреца – от 13 до 20 см.

Посев делянок в 2019 г. был проведен 2 июля во влажную почву после выпавших в конце июня осадков (33 мм). Это позволило уже через 5-6 дней получить хорошие всходы люцерны и через 8-10 дней всходы костреца. Однако, после появления всходов осадков выпадало меньше (ГТК июля – 0,77, августа – 0,68), чем по среднемноголетним данным, что способствовало слабому росту растений люцерны (высота их в середине сентября составила 34-46 см) и гибели (до 30 %) растений костреца.

Анализ всхожести семян люцерны и костреца по годам исследований показал, что наиболее высокая всхожесть люцерны отмечена в 2017 г. – 51,7-65,3 % по вариантам, костреца – 33,3-45,3 %, несколько ниже были показатели в 2019 г. – 41,3-54,0 % и 27,5-37,3 %, минимальную всхо-

жесть получили в 2018 г. – 36,7-49,2 % и 23,3-33,5 %, соответственно. В среднем за 2017-2019 гг. всхожесть люцерны по вариантам составила 43,2-56,2 %, костреца – 28,1-38,7 % (табл. 1).

Установлено, что норма высева компонентов оказывала влияние на всхожесть семян. Так, при норме высева люцерны 70 % всхожесть составила 49,0-54,0 % (в зависимости от фона минерального питания), при 55 % – 46,8-51,4 %, при 40 % – 43,2-47,8 %, т. е. по мере снижения нормы высева люцерны снижается и показатель всхожести. Это объясняется усиливающейся межвидовой конкуренцией между люцерной и кострецом в смешанных посевах, а также большей возможностью семян пробить почвенную корку, образующуюся после дождей, при больших нормах высева семян люцерны. Максимальные показатели всхожести люцерны получили при 100 % норме высева – 51,9-56,2 % (в зависимости от фона минерального питания).

Тенденция изменения показателей всхожести в зависимости от нормы высева прослеживается и при посеве костреца с разной нормой высева. Наибольшие показатели всхожести получили при 100 %-ой норме высева костреца – 35,1-38,7 % (в зависимости от фона минерального питания). Уменьшение нормы высева со 100 % до 70 % снизило всхожесть семян до 33,8-37,5 %, при 55 % – до 31,3-35,3 %, при 40 % – до 28,1-32,6 %.

Внесение минеральных удобрений снизило показатель всхожести люцерны и костреца на 3,6-5,0 %, что объясняется негативным действием растворенными в верхнем слое почвы (0-0,1 м) макроэлементами минеральных удобрений.

В течение вегетации отмечается естественная гибель растений, вызванная как

внутривидовой, так и межвидовой конкуренцией, а также поражением болезнями и повреждением вредителями. По годам исследований сохранность люцерны составляла 52,7-74,2 % в 2017 г., 41,9-58,6 % в 2018 г., 46,8-63,7 % в 2019 г., костреца – 19,4-46,7 %, 16,1-37,3 %, 22,7-40,8 %, соответственно. Наиболее высокая гибель растений люцерны в среднем за 2017-2019 гг. отмечена при 100 % норме высева в зависимости от фона питания – 46,5-52,9 % (сохранность – 47,1-53,5 %), костреца – 73,8-80,6 % (сохранность – 19,4-26,2 %). Снижение нормы высева компонентов с 70 до 40 % приводит к увеличению сохранности у люцерны с 54,1-60,0 % до 59,9-65,5 % (в зависимости от фона питания), у костреца с 24,2-32,8 % до 34,1-41,6 %.

На сохранность оказывал влияние и фон минерального питания. Улучшение условий минерального питания приводило к увеличению биометрических показателей растений, что вызывало усиление конкуренции и гибель более слабых из них. Так, у люцерны сохранность на контрольных вариантах составила 53,5-60,0 % (в зависимости от нормы высева). Внесение $P_{60}K_{90}$ приводило к снижению сохранности до 49,7-56,3 %, а внесение $N_{45}P_{60}K_{90}$ – до 47,1-54,1 % или на 5,9-6,4 %. У костреца тенденция изменения сохранности при внесении минеральных удобрений была аналогично таковой у люцерны.

Количество сохранившихся растений к концу вегетации первого года жизни оказывает определяющее влияние на урожайность зеленой массы в год пользования, поскольку, как показали исследования W. M. Canevari (2000), J. J. Volenec, J. H. Cherney, K. D. Johnson (1987), урожайность люцерны начинает снижаться при густоте менее 32-54 растения на 1 м², а нормальной плотностью травостоев для получения хороших урожаев является 600 побегов на 1 м² [6, 12, 16].

Анализ изучаемых факторов независимо друг от друга позволил установить их влияние на показатели всхожести семян и сохранности растений к концу вегетации первого года жизни (табл. 2). Выявлено, что увеличение нормы высева с 40 до 100 % как люцерны, так и костреца способствует лучшей всхожести семян. Так, всхожесть семян люцерны при высеве 40 % от полной нормы высева составила 45,3 %, при высеве 55 % – 48,7 %, при высеве 70 % – 50,9 %, при высеве 100 % нормы высева – 53,9 %. У костреца безостого показатели всхожести в среднем за три года (независимо от фактора В) составили от 30,0 до 36,6 %, соответственно.

Анализ влияния фона минерального питания (фактор В) независимо от нормы высева показал, что внесение минеральных удобрений в годы с недостатком осадков оказало негативное влияние на показатель всхожести семян изучаемых культур. Так, в контрольном варианте всхожесть люцерны составила 51,1 %, а при внесении минеральных удобрений снизилась до 46,3-47,5 %. Всхожесть семян костреца безостого в контроле составила 35,4 %, при применении удобрений – 31,1-32,4 %.

Таблица 2

Показатели всхожести и сохранности растений люцерны и костреца в смешанном посеве в первый год жизни в среднем по факторам (в среднем за 2017-2019 гг.)

Вариант	Всхожесть, %		Сохранность, %	
	Люцерна	Кострец	Люцерна	Кострец
Фактор А – норма высева компонентов				
70+40 %	50,9	30,0	56,8	37,5
55+55 %	48,7	33,1	59,3	32,0
40+70 %	45,3	35,4	62,8	29,0
100 %	53,9	36,6	50,1	22,3
Фактор В – фон минерального питания				
Контроль	51,1	35,1	62,7	36,6
$P_{60}K_{90}$	47,5	32,4	59,4	32,9
$N_{45}P_{60}K_{90}$	46,3	31,1	56,9	28,9

Изучение сохранности растений в зависимости от нормы высева компонентов (независимо от фона минерального питания) показало, что с увеличением нормы высева с 40 до 100 % сохранность люцерны снижается с 62,8 до 50,1 %, костреца безостого – с 37,5 до 22,3 %.

Улучшение фона минерального питания также приводило к снижению сохранности растений (независимо от норм высева): люцерны с 62,7 % в контроле до 59,4-56,9 % при внесении фосфорно-калийных и азотно-фосфорно-калийных удобрений, костреца безостого – с 36,6 до 32,9-28,9 %.

От мощности развития растений в первый год жизни во многом зависит количество заложившихся почек возобновления, зимостойкость растений, интенсивность весеннего отрастания, количество побегов и, как итог, урожайность зеленой массы в год пользования. Поэтому важно проанализировать изучаемые факторы по их влиянию на формирование надземной и подземной массы растений, высоту растений и зеленую массу с единицы площади (табл. 3). В среднем за три года исследований высота растений люцерны варьировала от 35 до 48 см (в зависимости от нормы высева и фона питания). Установлено, что чем выше норма высева семян, тем более высокий травостой формируется

Таблица 3

Биометрические показатели растений люцерны и костреца при различных нормах высева, фоне минерального питания в год посева (в среднем за 2017-2019 гг.)

Норма высева – Фактор А	Фон питания – Фактор В	Высота растений, см		Масса 10 растений, г		Масса 10 корней, г		Зеленая масса, т/га	
		Лю-церна	Кострец	Лю-церна	Кострец	Лю-церна	Кострец	Лю-церна	Кострец
70 + 40 %	Контроль	39	23	36,0	26,3	7,5	3,6	5,2	0,9
	P ₆₀ K ₉₀	42	24	48,4	38,1	9,5	4,9	6,1	1,1
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	44	26	53,3	55,8	10,1	6,4	6,3	1,4
55 + 55 %	Контроль	38	25	37,8	28,6	7,9	3,9	4,2	1,3
	P ₆₀ K ₉₀	41	26	49,4	38,7	9,7	5,0	4,9	1,4
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	43	28	53,7	60,2	10,2	7,0	5,1	1,9
40 + 70 %	Контроль	35	27	41,2	28,9	8,6	4,0	3,3	1,6
	P ₆₀ K ₉₀	38	28	52,3	39,1	10,3	5,0	3,8	1,9
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	40	31	59,4	65,4	11,2	7,6	3,9	2,4
100 %	Контроль	42	30	32,4	30,7	6,8	4,2	6,2	2,0
	P ₆₀ K ₉₀	45	31	43,5	47,9	8,5	6,2	7,4	2,4
	N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	48	35	49,7	69,6	9,4	8,0	7,8	3,0
HCP ₀₅ варианты		3	2	3,1	3,0	0,6	0,4	0,4	0,1

растениями люцерны: при норме высева 40 % – 35-40 см, при 55 % – 38-43 см, при 70 % – 39-44 см, при 100 % – 42-48 см.

В среднем за три года внесение P₆₀K₉₀ не приводило к существенному увеличению высоты растений люцерны во всех вариантах (прибавка находилась на уровне наименьшей существенной разницы). Внесение N₄₅ на фосфорно-калийном фоне способствовало достоверному увеличению высоты травостоя люцерны по сравнению с контролем.

Высота растений костреца зависела от нормы высева и внесения минеральных удобрений в дозе N₄₅P₆₀K₉₀. Однако существенные различия были только между нормами высева 100 %, 70 % и 40 % (30-35 см, 27-31 см и 23-26 см), а по фактору В между контролем и вариантом с внесением N₄₅P₆₀K₉₀ – 23-30 см и 26-35 см (в зависимости от нормы высева).

По массе десяти растений люцерны существенные различия между нормами высева отмечены только между вариантами с нормой высева 100 %, 70 % и 40 %. У костреца различия в массе десяти растений в зависимости от нормы высева были несущественны. По фактору В как у люцерны, так и у костреца различия между вариантами были достоверны.

Тенденция изменения массы корней растений люцерны и костреца, которые отбиралась в конце сентября в слое почвы 0-0,2 м, была схожей с тенденцией изменения надземной массы, т. е. различия были достоверны между вариантами с нормой высева 100 %, 70 % и 40 % от нормы высева в чистом виде и имели существенные различия по всем фонам минерального питания.

Урожайность зеленой массы кормовой культуры с единицы площади является объективным показателем эффективности того или иного технологического приема. Показано, что в среднем за три года выявлены достоверные различия между вариантами по изучаемым факторам. Урожайность зеленой массы люцерны варьировала от 3,3-3,9 т/га (в зависимости от фона питания) при высева 40 %, до 4,2-5,1 т/га при высева 55 %, 5,2-6,3 т/га при высева 70 % и 6,2-7,8 т/га при высева 100 %. При HCP₀₅ (вариантов) равной 0,4 т/га, различия между вариантами были достоверными. Анализ различий по фактору В (фон питания) показал, что внесение P₆₀K₉₀ приводило к получению существенных прибавок урожайности люцерны по сравнению с контрольным вариантом, в то же время различия между вариантами с внесением P₆₀K₉₀ и N₄₅P₆₀K₉₀ были несущественными.

Схожая тенденция влияния изучаемых факторов на урожайность зеленой массы проявилась и на костреце – получены достоверные различия между вариантами как по нормам высева, так и фону питания.

Заключение.

Таким образом, анализ влияния норм высева семян и фона минерального питания на показатели формирования смешанных люцерно-кострецовых агрофитоценозов в год посева позволил установить достоверность различий между вариантами по изучаемым факторам. Показано, что снижение нормы высева люцерны со 100 до 40 % снижает всхожесть с 53,9 до 45,3 %, костреца – с 36,6 до 30,0 %. Сохранность имела обратную тенденцию, снижение нормы высева приводило к ее увеличению у люцерны с 50,1 % при 100 % норме высева до 62,8 %

при 40 %, у костреца – с 22,3 до 37,5 %, соответственно. Внесение минеральных удобрений привело к снижению нормы высева люцерны с 51,1 % в контроле до 46,3-47,5 % в опытных вариантах, у костреца с 35,1 % до 31,1-32,4 %. Сохранность растений при внесении удобрений также достоверно снизилась. Выявлена тенденция сни-

жения высоты растений, зеленой массы растений, а также увеличение массы растений и корней при снижении нормы высева компонентов смесей. Внесение $P_{60}K_{90}$ и $N_{45}P_{60}K_{90}$ способствовало достоверному увеличению высоты растений люцерны и костреца, массы растений и корней, и в целом зеленой массе смесей.

Литература

1. Аветисян А. Т., Федосеев Е. В. Поедаемость кормовых культур чистых и смешанных посевов в зависимости от видового состава растений. Вестник КрасГАУ, 2016, № 3 (114), с. 100-114.
2. Акманаев Э. Д., Лихачёв С. В. Кормовая продуктивность клевера лугового и тимopheевки луговой в одновидовых и смешанных посевах на разных агроландшафтах Предуралья. Нива Поволжья, 2012, № 2 (23), с. 2-7.
3. Головня А. И. Сравнительная кормовая продуктивность бобовых трав и их смесей с злаками в экстремальных погодных условиях. Кормопроизводство, 2012, № 4, с. 10-12.
4. Горковенко Л. Г., Ригер А. Н. Эффективность использования стартовых доз азотных удобрений на посевах люцерны. Кормопроизводство, 2012, № 4, с. 16-17.
5. Кадоркина В. Ф., Васильева О. М., Кызынгашева Т. П. Современное состояние и перспективы полевого кормопроизводства в Хакасии. Кормопроизводство, 2014, № 10, с. 10-13.
6. Лазарев Н. Н., Исаков А. Н., Стародубцева А. М. Луговые травы в Нечерноземье: урожайность, долготеление, питательность. Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2015, 218 с.
7. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Под ред. Новоселова Ю. К. [и др.]. Москва: ВИК, 1987, 198 с.
8. Москвин А. И., Кшникаткина А. Н., Тимошкин О. А., Тимошкина О. Ю. Создание продуктивных смешанных агрофитоценозов с донником белым однолетним в лесостепи Среднего Поволжья. Нива Поволжья, 2017, № 3 (44), с. 51-59.
9. Писковацкий Ю. М. Люцерна для многовидовых агрофитоценозов. Кормопроизводство, 2012, № 11, с. 25-26.
10. Шаповалов В. Ф., Белоус Н. М., Малякко Г. П., Харкевич Л. П., Маркелов О. А. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав, возделываемых в условиях радиоактивного загрязнения. Кормопроизводство, 2015, № 5, с. 17-20.
11. Эседуллаев С. Т., Шмелёва Н. В. Сравнительное изучение особенностей формирования урожая в одновидовых и смешанных травостоях многолетних трав на основе люцерны изменчивой (*Medicago sativa* x *varia* Martyn) и козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) в условиях Верхневолжья. Кормопроизводство, 2017, № 2, с. 9-13.
12. Canevari W. M. Overseeding and companion cropping in alfalfa. University of California. Division of Agriculture, 2000, 31 p.
13. Laidlaw A. S., Teuber N. Temperate forage grass-legume mixtures: advances and perspectives. In Proceedings XIX International Grassland Congress, Sao Paulo, Brazil, 2001, p. 85-92.
14. Newman E. I. Interaction between plants. Physiological plant ecology, 1983, v. 34, № 6, p.48-56.
15. Stepanova G. V. Alfalfa breeding for improving of nitrogen fixing symbiotic efficiency. Proceeding of the International Workshop on Opening for Low-input Sustainable Forage Production and Use. Moscow, 1999, p. 84-89.
16. Volenec J. J., Cherney J. H., Johnson K. D. Yield components, plant morphology, and forage quality of alfalfa as influenced by plant population. Crop Sci., 1987, v. 27, p. 321-326.

UDC 633.31:631.559

DOI 10.36461/NP.2020.2.55.010

FORMATION OF MIXED AGRO-PHYTOCENOSSES OF ALFERA AND CONCEPT IN THE FIRST YEAR OF VEGETATION

O. A. Timoshkin, Doctor of Agricultural sciences, S. A. Semina*, Doctor of Agricultural sciences, professor, O. Yu. Timoshkina, Candidate of Agricultural sciences, S. A. Alekseev*, graduate student

Federal State-Funded Scientific Institution Federal Scientific Center of Fibre Crops, Russia, Lunino, Penza oblast, e-mail: oatimoshkin@mail.ru;

*Federal State Educational Institution of Higher Education Penza State Agrarian University, Russia

The studies were carried out on the experimental field of the Penza Agricultural Institute, a branch of the Federal State-Funded Scientific Institution Federal Scientific Center of Fibre Crops in 2017-2019.

The purpose of the research is to theoretically substantiate and develop technological methods for cultivating the variegated lucerne of Daria variety and smooth brome of Udalets variety for fodder purposes in mixed crops, based on the selection of seeding rates and the mineral nutrient status, ensuring maximum productivity of agrophytocenoses in the forest-steppe of the Middle Volga region. Seeding was in Summer (June), coverless. Pure seeding rate: lucerne and brome 6 mln viable seeds per 1 ha, in mixed crops - according to the experimental design. The method of seeding is ordinary (placement of crops is inter-row). It was shown that an increase in the seeding rate from 40 to 100 % of both lucerne and brome promotes better seed germination. So, the germination rate of lucerne seeds when seeding 40 % of the total seeding rate was 45.3 %, when seeding 70 % - 50.9 %, when seeding 100 % of the seeding rate - 53.9 %. Germination rates of smooth brome, on average over three years ranged from 30.0 to 36.6 %. An analysis of the influence of the mineral nutrient status showed that the application of mineral fertilizers in years with a lack of precipitation had a negative impact on the seed germination rate of the studied crops. A study of the survival of plants depending on the seeding rate of the components showed that with an increase in the seeding rate from 40 to 100 %, the lucerne survival decreases from 62.8 % to 50.1 %, and the smooth brome survival decreases from 37.5 % to 22.3 %. Improving the mineral nutrient status also led to a decrease in plant survival: that of lucerne from 62.7 % in the control to 59.4-56.9 % when phosphorus-potassium and nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers were applied, survival of smooth brome - from 36.6 to 32.9-28.9 %. The height of lucerne varied from 35 to 48 cm, the higher the seed seeding rate, the higher herbage is formed by lucerne. The height of brome also depended on the seeding rate and the application of mineral fertilizers in a dose of $N_{45}P_{60}K_{90}$. The yield of green mass of lucerne varied from 3.3-3.9 t/ha at 40 % seeding rate, to 4.2-5.1 t/ha at 55 % seeding rate, 5.2-6.3 t/ha at 70 % seeding rate and 6.2-7.8 t/ha at 100 % seeding rate. Addition of $P_{60}K_{90}$ resulted in significant increases in lucerne yields compared with the control variant, while the differences between the variants with addition of $P_{60}K_{90}$ and $N_{45}P_{60}K_{90}$ were not significant.

Key words: lucerne, smooth brome, mixed seeding, cultivation, formation of agrocenosis.

Reference:

1. Avetisyan A. T., Fedoseev E. V. Eatability of feed crops of single-crop and mixed crop seeding in relation to crop composition of plants. Vestnik KrasSAU, 2016, No. 3 (114), p. 100-114.
2. Akmanaev E. D., Likhachev S. V. Fodder productivity of meadow clover and meadow catmint in single-crop and mixed crops on different agrolandscapes of the Urals. Volga Region Farmland, 2012, No. 2 (23), p. 2-7.
3. Golovnya A. I. Comparative fodder productivity of legumes and their mixtures with cereals in extreme weather conditions. Feed production, 2012, No. 4, p. 10-12.
4. Gorkovenko L. G., Riger A. N. Effectiveness of starter doses of nitrogen fertilizers on lucerne crops. Feed Production, 2012, No. 4, p. 16-17.
5. Kadorkina V. F., Vasilyeva O. M., Kyzyngasheva T. P. Current state and prospects of field feed production in Khakassia. Feed Production, 2014, No. 10, p. 10-13.
6. Lazarev N. N., Isakov A. N., Starodubtseva A. M. Meadow grass in the Non-Black Earth Region: productivity, longevity, nutrition. Moscow: RSAU- Timiryazev Moscow Agricultural Academy, 2015, 218 p.
7. Guidelines for conducting field experiments with feed crops. Ed. Novoselov Yu. K., et al. Moscow: VIC, 1987, 198 p.
8. Moskvina A. I., Kshniatkina A. N., Timoshkin O. A., Timoshkina O. Yu. Creation of productive mixed agrophytocenoses with annual white melilot in the forest-steppe of the Middle Volga. Volga Region Farmland, 2017, No. 3 (44), p. 51-59.
9. Piskovatsky Yu. M. Lucerne for multi-crop agrophytocenoses. Feed Production, 2012, No. 11, p. 25-26.
10. Shapovalov V. F., Belous N. M., Malyavko G. P., Kharkevich L. P., Markelov O. A. The productivity of single-crop and mixed crops of perennial grasses cultivated in conditions of radioactive contamination. Feed Production, 2015, No. 5, p. 17-20.
11. Esedullaev S. T., Shmeleva N. V. A comparative study of special aspects of crop formation in single-crop and mixed crop grass stands of perennial grasses based on variegated alfalfa (*Medicago sativa* x *varia* Martyn) and Eastern galega (*Galega orientalis* Lam.) in the Upper Volga region. Feed Production, 2017, No. 2, p. 9-13.
12. Canevari W. M. Overseeding and companion cropping in lucerne. University of California. Division of Agriculture, 2000, 31 p.
13. Laidlaw A. S., Teuber N. Temperate forage grass-legume mixtures: advances and perspectives. In Proceedings XIX International Grassland Congress, Sao Paulo, Brazil, 2001, p. 85-92.
14. Newman E. I. Interaction between plants. Physiological plant ecology, 1983, v. 34, № 6, p.48-56.
15. Stepanova G. V. Lucerne breeding for improving of nitrogen fixing symbiotic efficiency. Proceeding of the International Workshop on Opening for Low-input Sustainable Forage Production and Use. Moscow, 1999, p. 84-89.
16. Volenec J. J., Cherney J. H., Johnson K. D. Yield components, plant morphology, and forage quality of lucerne as influenced by plant population. Crop Sci., 1987, v. 27, p. 321-326.